

(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

(12) Übersetzung der
europäischen Patentschrift
(87) EP 0641 986 M1
(10) DE 694 02 786 T 2

(61) Int. Cl. 6:
F 28 F 9/16
B 21 D 53/02

DE 694 02 786 T 2

(21) Deutsches Aktenzeichen: 694 02 786.3
(86) Europäisches Aktenzeichen: 94 113 689.7
(86) Europäischer Anmeldetag: 1. 9. 94
(87) Erstveröffentlichung durch das EPA: 8. 3. 95
(87) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: 23. 4. 97
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 31. 7. 97

(30) Unionspriorität:

217785/93 01.09.93 JP
158958/94 11.07.94 JP

(72) Erfinder:

Ohashi, Fumio, Toyota-city, Aichi-Pref., 473, JP;
Nishina, Norimasa, Toyohashi-city, Aichi-Pref., 441,
JP; Fukuda, Sunao, Handa-city, Aichi-Pref., 475, JP

(73) Patentinhaber:

Denso Corp., Kariya, Aichi, JP

(74) Vertreter:

Zumstein & Klingseisen, 80331 München

(84) Benannte Vertragstaaten:

DE, FR, GB, IT

(54) Wärmetauscher und Verfahren zu seiner Herstellung

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelebt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 694 02 786 T 2

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauschers gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 sowie einen Wärmetauscher gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 15.

Die US-A-4 700 469, welche diejenige Druckschrift ist, die den nächstkommenen Stand der Technik betrifft, offenbart einen Wärmetauscher und ein Verfahren zur Herstellung desselben, wobei beträchtlich große Lasten an sämtliche der Rohre und den Verteilerkopf angelegt werden mußten, wenn die Endteile der Rohre auf einen Winkel von ungefähr 180° trichterartig oder konisch erweitert waren.

Die DE-A-2 320 866 offenbart einen Wärmetauscher, bei dem die Enden der Rohre durch ein Spezialwerkzeug konisch erweitert sind.

Wie in Fig. 5 und 6 gezeigt, ist es bekannt, Kerne 103 mit mehreren Rohren 101 zu stapeln, um Motorkühlwasserdurchlässe zu bilden. Ferner ist es bekannt, mehrere gewellte Kühlrippen 102 zusammenzubauen und ein Paar von Verteilerkopfplatten 104 mit beiden Enden von Rohren 101 zu verbinden und außerdem die Verteilerkopfplatten 104 unter Verwendung von Seitenplatten 105 zu verbinden. Kerne 103 sind von einer oberen Verteilerkopfplatte 104 in einer Abwärtsrichtung abgehängt. Die obere Verteilerkopfplatte 104 ist durch Kohlenstoff-Einspanneinrichtungen 106 getragen. Ein diese Struktur enthaltender Aufbau wird integral in einem Ofen verlötet. Jedes Rohr 101 ist in jedes Preßpaßloch 107 innerhalb des Paares von Verteilerkopfplatten 104 unter leichtem Druck eingesetzt. Kerne 103 sind zwischen den Seitenplatten 105 an beiden Seiten des Wär-

metauschers gehalten (in einigen Fällen sind die Kerne 103 zwischen Seitenplatten 105 gehalten und mit Drähten usw. gebündelt).

Wenn der Aufbau in diesem Zustand verlötet wird, schmilzt und fließt die Lötmaterial-Plattierauflage auf der Oberfläche jedes Rohrs 101, wodurch die Breite bzw. Weite in der Richtung des Stapels der gewählten Kühlrippen 102 und Rohre 101 (seitliche Richtung) verringert wird, und wobei gleichzeitig die Reaktionskraft der gewählten Kühlrippen 102, Seitenplatten 105 usw. in dem Hochtemperaturzustand verringert wird, der mit dem Löten verbunden ist. Wie in Fig. 7 gezeigt, wird infolge davon ein Spalt t1 zwischen der Rückseite der Endseite 105a der Seitenplatte 105 und der Rückseite der Innenwand 108a einer U-förmigen Nut 108 gebildet, die am entfernten Endteil der Verteilerkopfplatte 104 gebildet ist.

Wenn die Lötmaterial-Plattierauflage auf der Oberfläche jedes Rohrs 101 schmilzt und fließt, wird der Durchmesser jedes Rohrs 101 außerdem verringert, und gleichzeitig wird die Preßpaßkraft jedes Rohrs 101, die in jedes Preßpaßloch 101 in der Verteilerkopfplatte 104 pressend bzw. drückend eingreift, aufgrund des Aussetzens gegenüber hohen Temperaturen verringert, wodurch die Kerne 103, die von der oberen Verteilerkopfplatte 104 abgehängt sind, aufgrund ihres eigenen Gewichts herunterrutschen können. Wenn der Kern 103 von der oberen Verteilerkopfplatte 104 herunterrutscht, rutschen auch die Seitenplatten 105 mit den Kernen 103 herunter. Wie in Fig. 7 gezeigt, bildet sich ein Spalt t2 zwischen dem am weitesten außen gelegenen Teil 105b der Seitenplatte 105 und der Rückseite der gegenüberliegenden Oberfläche 104a der Verteilerkopfplatte 104 aus.

Wenn das Auftreten von wenigstens einem der vorstehend genannten Spalten t1 und t2 verhindert werden kann, können die Seitenplatten 105 und die Verteilerkopfplatten 104 miteinander verlötet werden. Wenn beide Spalten t1 und t2 auftreten, werden Störungen der Art verursacht, daß die Seitenplatten 105 und die Verteilerkopfplatten 104 nicht miteinander verlötet werden können, wodurch die Festigkeit des resultierenden Wärmetauschers beeinträchtigt wird.

Verfahren sind vorgeschlagen worden, um zu verhindern, daß die Kerne 103 usw., die von der Verteilerkopfplatte 104 abhängt sind, aufgrund ihres eigenen Gewichts herunterschlüpfen. Eine mögliche Alternative bestand darin, das offene Ende von jedem Rohr 101 konusförmig zu erweitern (mit anderen Worten, die Öffnung zu erweitern und ihren Durchmesser zu vergrößern), das in jedes Preßpaßloch 107 in der Verteilerkopfplatte 104 preßeingepaßt ist.

Eine derartige Technik ist in der japanischen ungeprüften Patentveröffentlichung Nr. 59-180295 vorgeschlagen worden. Gemäß dieser Druckschrift werden Stifte zur konischen Rohrerweiterung in die offenen Enden jedes Rohrs 101 eingeführt, das in jedes Preßpaßloch 107 der Verteilerkopfplatten 104 preßeingesetzt ist, und die Endteile von jedem Rohr 107 werden auf einen Winkel im Bereich von 20° bis 30° konisch erweitert, um die Verbindungs Kraft zwischen jedem Preßpaßloch 107 und den Endteilen jedes Rohrs 101 zu verbessern.

Da während des Lötvorgangs ein Kern 103 von der oberen Verteilerkopfplatte 104 durch jedes Rohr 101 abgehängt ist, das in jedes Preßpaßloch 107 in der Verteilerkopfplatte 104 preßeingesetzt ist, wie in Fig. 8 gezeigt, wird eine durch Pfeile A bezeichnete Kraft an den konisch erweiterten Teil des Rohrs 101 angelegt. Bei dieser Kraft (Pfeil A) handelt es

sich um die resultierende Kraft aus einer vertikalen Kraft (Pfeil B) und einer horizontalen Kraft (Pfeil C). Andererseits wird jedes Rohr 101 während des Lötorgangs aufgrund der hohen Löttemperatur erweicht. Infolge davon wird der Konuswinkel des erweiterten Teils des Rohrs 101 durch die Vertikalkraft verringert, der an den konisch erweiterten Teil des Rohrs 101 angelegt ist (Pfeil B).

Wenn der Konuswinkel des konisch erweiterten Teils des Rohrs 101 während des Lötorgangs auf diese Weise verringert wird, rutscht der von der oberen Verteilerkopfplatte 104 abgehängte Kern 103 aufgrund seines Gewichts herunter, wie in Fig. 7 gezeigt, der Spalt t2 wird zwischen dem am weitesten außengelegenen Teil 105b der Seitenplatte 105 und der gegenüberliegenden Oberfläche 104a der Verteilerkopfplatte 104 gebildet.

Ein weiteres Verfahren ist in dem US-Patent Nr. 4 700 469 offenbart. Gemäß diesem Patent werden die Endteile jedes Rohrs 101, welche in die Preßpaßlöcher 107 in den Verteilerkopfplatten 104 preßeingepaßt sind, auf einen Winkel von ungefähr 180° konisch erweitert. Wenn der Konuswinkel auf diese Weise auf ungefähr 180° eingestellt ist, verursacht keinerlei horizontale Kraft, daß ein Teil des Rohrs 101 aufgeweitet wird, selbst wenn der Kern 103 von der oberen Verteilerkopfplatte 104 durch jedes Rohr 101 abgehängt ist. Demnach wird der Aufweitungswinkel des aufgeweiteten Teils von jedem Rohr 101 während des Lötorgangs nicht verringert, wodurch der von der oberen Verteilerkopfplatte 104 abgehängte Kern 103 aufgrund seines eigenen Gewichts nicht herunterrutscht. Infolge davon wird der Spalt t2 zwischen dem äußersten Teil 105b der Seitenplatte 105 und der gegenüberliegenden Oberfläche 104a der Verteilerkopfplatte 104 nicht gebildet.

Wenn die Endteile der Rohre 101 auf einen Winkel von ungefähr 180° konisch erweitert sind, werden an das Rohr 101 und die Verteilerkopfplatte 104, welche die Rohre 101 trägt, beträchtlich große Lasten angelegt. Gemäß der Offenbarung des US-Patents Nr. 4 700 469 werden die Endteile sämtlicher Rohre 101 auf einen Winkel von ungefähr 180° konisch erweitert. Wenn die Endteile sämtlicher Rohre 101 auf einen derartigen Winkel konisch erweitert sind, mußten deshalb beträchtlich große Lasten an sämtliche der Rohre 101 und die Verteilerkopfplatte 104 um die jeweiligen Rohre 101 herum angelegt werden.

Die an die Endteile der Verteilerkopfplatte 104 angelegten Lasten werden durch die Seitenplatten 105 getragen bzw. aufgenommen, welche eine ausreichend hohe Festigkeit haben, um die Last aufzunehmen, und die Rohre 101, die keine ausreichend hohe Festigkeit haben. An den zentralen Bereich des Aufbaus der Kerne 103 angelegte Lasten werden jedoch lediglich durch die Rohre 101 aufgenommen, was nicht erwünscht ist.

Wenn die in dem US-Patent Nr. 4 700 460 offenbarte Technik angewendet wird, werden aus diesem Grund beträchtlich hohe Lasten an die Rohre 101 angelegt, die im zentralen Bereich des Aufbaus der Kerne 103 angeordnet sind. Infolge davon werden Störungen verursacht, wie beispielsweise das Einknicken der Rohre 101, die im zentralen Bereich des Aufbaus der Kerne 103 angeordnet sind, und eine Verbiegung der oberen Verteilerkopfplatte 104.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

Angesichts des vorstehend genannten Problems besteht eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, ein Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauschers zu schaffen, das es den Verteilerkopfplatten und den Seitenplatten erlaubt, ohne irgend ein Einknicken der Rohre oder eine Verformung der Verteilerkopfplatten sicher verlötet zu werden, und einen Wärmetauscher zu schaffen, der durch dieses Herstellungsverfahren hergestellt ist.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der Ansprüche 1 und 15 gelöst.

Dieses Verfahren erzeugt einen Wärmetauscher, umfassend mehrere Kerne, die mit mehreren Rohren gestapelt sind, wobei jedes Rohr erste und zweite Endteile aufweist, die mit Motorkühlwasser durchlässen darin versehen und mit mehreren in Zick-Zack-Form verlaufenden gewellten Kühlrippen gebildet sind, ein Paar von Verteilerkopfplatten, die mehrere Preßpaßlöcher aufweisen, in welche die Endteile der mehreren Rohre preßeingepaßt und verbunden sind, und ein Paar von Seitenplatten, die an Seiten der mehreren Kerne angeordnet sind, um das Paar von Verteilerkopfplatten miteinander in dem Zustand zu verbinden, in welchem die Kerne dazwischen gehalten sind, wobei wenigstens ein Ende der mehreren Rohre, die in die Preßpaßlöcher in den Verteilerkopfplatten preßeingesetzt werden sollen, konisch erweitert ist, und weil, wobei die Konus erweiterungswinkel der Endteile der Rohre, die benachbart zu den Seitenplatten angeordnet sind, größer eingestellt ist als die Konus erweiterungswinkel der Endteile der Rohre, die in einem zentralen Teil des Aufbaus der Kerne angeordnet sind.

Gemäß dem Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauschers gemäß der vorliegenden Erfindung können ein Paar von Verteilerkopfplatten und ein Paar von Seitenplatten sicher verlötet werden, ohne die Formen der Bestandteile des Wärmetauschers kompliziert auszulegen, wie beispielsweise die Verteilerkopfplatten und die Seitenplatten, indem der Konuserweiterungswinkel der Endteile der Rohre, die in den Seitenplattenbereichen angeordnet sind, größer als die Konuserweiterungswinkel der Endteile der Rohre eingestellt sind, die im zentralen Teil des Kernaufbaus angeordnet sind.

Da der Konuserweiterungswinkel der Endteile der Rohre, die im zentralen Teil des Kernaufbaus angeordnet sind, kleiner eingestellt ist als der Konuserweiterungswinkel der Endteile der Rohre, die in den Seitenplattenbereichen angeordnet sind, können die an die im zentralen Teil des Kernaufbaus angeordneten Rohre angelegten Lasten minimiert werden. Infolge davon kann ein Einknicken der Rohre, die im zentralen Teil des Kernaufbaus angeordnet sind, oder eine Verformung der Verteilerkopfplatte verhindert werden, wodurch das Paar von Verteilerkopfplatten und das Paar von Seitenplatten sicher verlötet werden können.

Wenn die Rohre dünner gemacht werden, werden die Preßpaßkraft jedes Rohrs, das in jedes Preßpaßloch preßeingesetzt ist, und die Härte der Rohre während des Lötvorgangs weiter verringert. Deshalb kann diejenige Störung, daß der Kern usw., der von der oberen Verteilerkopfplatte abgehängt ist, aufgrund seines eigenen Gewichts während des Lötvorgangs herunterrutscht, leicht auftreten. Durch Anwenden des erfindungsgemäßen Verfahrens wird jedoch das Herunterrutschen der in den Seitenplattenbereichen angeordneten Rohre während des Lötprozesses selbst dann verhindert, wenn die Rohre dünner ausge-

legt sind, wodurch das Paar von Verteilerkopfplatten und das Paar von Seitenplatten sicher gelötet werden kann.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Weitere Aufgaben, Merkmale und Eigenschaften der vorliegenden Erfindung sowie die Funktion der betroffenen Teile erschließt sich aus einem Studium der folgenden detaillierten Beschreibung, der beiliegenden Ansprüche und der Zeichnungen, die sämtliche einen Teil dieser Patentbeschreibung bilden. In den Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1 eine Querschnittsansicht des Hauptteils eines Radiators bzw. Kühlers gemäß einer ersten Ausführungsform,
- Fig. 2 eine Vorderansicht des Kühlers,
- Fig. 3 eine Vorderansicht eines Kerns,
- Fig. 4 eine Querschnittsansicht des Hauptteils eines Kühlers gemäß einer zweiten Ausführungsform,
- Fig. 5 eine Querschnittsansicht des Hauptteils eines Wärmetauschers einer bekannten Struktur,
- Fig. 6 eine Querschnittsansicht eines Wärmetauschers während eines Lötorgangs von einer bekannten Struktur,
- Fig. 7 eine schematische Ansicht eines defekten Teils eines Wärmetauschers bekannter Struktur, und
- Fig. 8 eine schematische Darstellung des Auftretens eines Fehlers bzw. einer Störung des Wärmetauschers bekannter Struktur.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER AKTUELL BEVORZUGTEN BEISPIELHAFTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

Das Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauschers gemäß der vorliegenden Erfindung wird auf der Grundlage der ersten Ausführungsform in bezug auf Fig. 1, 2 und 3 erläutert.

Fig. 1, 2 und 3 zeigen die erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Fig. 1 zeigt eine Querschnittsansicht des Hauptteils eines Kühlers, Fig. 2 zeigt eine Vorderansicht des Kühlers und Fig. 3 zeigt eine Vorderansicht eines Kernaufbaus.

Auf dem Kühler 1 zum Kühlen von Motorkühlwasser wird als ein Beispiel eines Wärmetauschers bezug genommen. Der Kühler 1 weist einen Kernaufbau 4 mit mehreren Rohren 2 und mehreren gewellten Kühlrippen 3 auf, die jeweils abwechselnd gestapelt sind, ein Paar von Verteilerkopfplatten 5, die mit den mehreren Rohren an ihren jeweiligen Enden verbunden sind, einen Einlaßtank 7 und einen Auslaßtank 8, die beide Verteilerkopftanks 6 enthalten, die an den Verteilerkopfplatten 5 befestigt sind, und ein Paar von Seitenplatten 9, die auf beiden Seiten des Kernaufbaus 4 zum Verbinden des Paares von Verteilerkopfplatten 5 miteinander an ihren Enden angeordnet sind. Die Bestandteile des Kühlers 1 mit Ausnahme der Verteilerkopftanks 6, d.h. des Kernaufbaus 4 (einschließlich der Rohre 2 und der gewellten Kühlrippen 3), der Verteilerkopfplatten 5 und der Seitenplatten 9 bestehen aus Aluminium und werden in einem Ofen integral in den Hauptkörper des Kühlers 1 gelötet. Die Verteilerkopftanks 6 bestehen aus einem Harz und sind an den Verteilerkopfplatten 5 des verlötzten Hauptkörpers des Kühlers 1 durch (nicht gezeigte) Dichtungen befestigt.

Das Rohr 2 ist aus einer dünnen Aluminiumplatte hergestellt, die gerollt und daraufhin mittels Schweißen in ein Rohr gefaltet bzw. gebogen wird, das einen gequetschten und elliptischen Querschnitt aufweist. Die Innenseite des Rohrs 2 bildet einen Fluiddurchlaß 11, der Motorkühlwasser durch das Rohr strömen lässt. Die Oberfläche des Rohrs 2 ist mit einem Lötmaterial plattiert.

Die gewellte Kühlrippe 3 besteht aus einer dünnen Aluminiumblechplatte, die mittels Rollen zick-zack-artig geformt ist. Der Luftströmungsteil der gewellten Kühlrippe 3 ist für einen höheren Wärmetauscherwirkungsgrad mit (nicht gezeigten) Schlitzen ausgerüstet.

Die Verteilerkopfplatte 5 ist aus einer Aluminiumplatte hergestellt, die in die erforderliche Form gepreßt und daraufhin mit einem Lötmaterial auf einer Seite plattiert ist, auf der Seite, die mit der Außenseite des Verteilerkopftanks kombiniert ist. Die Verteilerkopfplatte 5 weist mehrere Preßpaßlöcher 12 auf, in welche mehrere Rohre 2 preßeingepaßt sind. Die Verteilerkopfplatte 5 weist U-förmige Nuten 13 an beiden entfernten Endteilen auf, in welche die Endteile des Verteilerkopftanks 6 eingesetzt werden. Die Preßpaßlöcher 12 gemäß dieser Ausführungsform sind durch einen Abgratungsprozeß so gebildet, daß sie in den Verteilerkopftank 6 münden. Die Außenwand 13a der Nut 13 ist mit mehreren (nicht gezeigten) Klauen versehen, die dazu bestimmt sind, umgefaltet zu werden, nachdem ein offenes Ende des Verteilerkopftanks 6 in die Nut 13 so eingesetzt ist, daß der Verteilerkopftank 6 auf der Verteilerkopfplatte 5 fixiert werden kann.

Die Seitenplatte 9 ist aus einer Aluminiumplatte hergestellt, die gepreßt ist, um einen U-förmigen Querschnitt aufzuweisen, und die daraufhin mit einem Lötmaterial wenigstens auf der Seite plattiert wird, mit welcher die gewellte Kühlrippe 3 verbunden werden soll. Außerdem sind die Endteile der Seitenplatte 9 mit Verbindungsteilen 14 versehen, die jeweils in eine grobe U-Form gepreßt sind. Der Rückseitenteil 14a des Verbindungsteils 14 ist mit dem Rückseitenteil der Innenwand 13b der Nut 13 der Verteilerkopfplatte 5 verbunden, und die am weitesten außenliegende Wand 14b des Verbindungsteils 14 ist mit der gegenüberliegenden Oberfläche 5a der Verteiler-

kopfplatte 5 verbunden, die zur Innenseite der anderen Verteilerkopfplatte 5 weist.

Von sämtlichen der in die Verteilerkopfplatte 5 preßeingepaßten Rohre 2 sind diejenigen Rohre 2, die in der Nähe von jeder Seite der Verteilerkopfplatten 5 angeordnet sind, was für ungefähr 10% der Rohre zutrifft, d.h. die Rohre 2 in der Nähe der Seitenplatten 9, wie in Fig. 3 durch α bezeichnet, sind an ihren Enden mit großen Aufweitungsteilen 2a versehen, die auf einen Winkel von ungefähr 180° durch große (nicht gezeigte) Kegelerweiterungsstifte kegelförmig erweitert wurden. Andererseits sind diejenigen Rohre 2, die im zentralen Teil des Kernaufbaus 4 angeordnet sind, was auf ungefähr 80% sämtlicher Rohre 2 zutrifft, d.h. diejenigen Rohre 2, die in Fig. 3 durch β bezeichnet sind, an ihren Enden mit kleinen Aufweitungsteilen 2b versehen, die lediglich auf einen Winkel im Bereich von ungefähr 60° bis etwa 80° durch (nicht gezeigte) Konuserweiterungsstifte konusförmig erweitert sind, die kleiner sind als diejenigen Stifte, die im Bereich α benutzt wurden. Die jeweiligen Außenränder bzw. Außenumfänge der großen Aufweitungsteile 2a und der kleinen Aufweitungsteile 2b passen in die jeweiligen Preßpaßlöcher 12. Nunmehr wird das Paar der Seitenplatten 9, die sich in Kontakt an den Enden mit dem Paar von Verteilerkopfplatten 5 mit den großen Aufweitungsteilen 2a und den kleinen Aufweitungsteilen 2b befinden, integral mit ihnen gebildet. In diesem Zustand wird der Hauptteil des Kühlers 1 gelötet. Obwohl die Rohre 2 in der Nähe jeder Seite der Seitenplatten 9 angeordnet sind, was ungefähr auf 10% der gesamten Rohre zutrifft, auf einen Winkel von ungefähr 180° konisch erweitert sind, kann der Prozentsatz der Rohre 2, die auf einen Winkel von ungefähr 180° erweitert sind, auf einen geeigneten Prozentsatz entsprechend dem Gewicht des Kernaufbaus 4 usw. geändert werden.

Die Herstellungsprozesse für den vorstehend genannten Kühler 1 werden nunmehr erläutert.

Zunächst werden die mehreren Rohre 2 und die mehreren gewählten Kühlrippen 3 abwechselnd gestapelt, woraufhin die Seitenplatten 9 an beiden Seiten davon angeordnet werden. Als zweites wird das Paar von Verteilerkopfplatten 5 an den Endteilen der mehreren Rohre 2 angeordnet, woraufhin die Endteile sämtlicher der Rohre 2 in die jeweiligen Preßpaßlöcher 12 in den Verteilerkopfplatten 5 preßeingesetzt werden. Daraufhin werden die Verbindungsteile 14 an den Endteilen des Paares von Seitenplatten 9 in Kontakt mit dem Paar von Verteilerkopfplatten 5 gebracht (erster Prozeß).

Der Hauptgehäuseteil 1 (Fig. 1), der in dem ersten Prozeß zusammengebaut wird (ein Aufbau aus den mehreren Rohren 2, den mehreren gewellten Kühlrippen 3, dem Paar von Verteilerkopfplatten 5 und dem Paar von Seitenplatten 9, wie in Fig. 3 gezeigt) wird in eine Rohraufweitungsvorrichtung (nicht gezeigt) eingesetzt. Die Rohraufweitungsvorrichtung führt große Konusweiterungsstifte mit einem Winkel von ungefähr 180° in die Motorkühlwasserdurchlässe 11 der Rohre 2 durch Pressen bzw. unter Druck ein, die in der Nähe von jeder der Seitenplatten 9 neu angeordnet sind, und die ungefähr 10% sämtlicher Rohre 2 ausmachen. Kleinere Konusweiterungsstifte mit einem Winkel im Bereich von ungefähr 60° bis etwa 80° werden in die Motorkühlwasserdurchlässe 11 der verbleibenden etwa 80% der Rohre 2 eingeführt, die im zentralen Bereich des Kernaufbaus 4 angeordnet sind, der in Fig. 3 durch β bezeichnet ist. Infolge davon werden die großen Aufweitungsteile 2a mit einem Konusweiterungswinkel von ungefähr 180° an den Endteilen von ungefähr 10% der Rohre 2 gebildet, die in der Nähe von jedem Ende des Kernaufbaus 4 angeordnet sind, und

die kleinen Aufweitungsteile 2b mit einem Konuswinkel in einem Bereich von ungefähr 60° bis ungefähr 80° werden an den Endteilen von ungefähr 80% der Rohre 2 gebildet, die im zentralen Bereich des Kernaufbaus 4 angeordnet sind (zweiter Prozeß).

Eine Erläuterung der im zweiten Prozeß verwendeten Rohrendaufweitungsvorrichtung erfolgt nunmehr. Die Rohrendaufweitungsvorrichtung weist an ihren oberen und unteren Seiten die großen Konuswinkelstifte angeordnet auf, die in die Motorkühlwasserdurchlässe 11 an den Endteilen von ungefähr 10% der Rohre 2 preßeingeführt werden sollen, die in der Nähe von jeder der Seitenplatten 9 angeordnet sind, um die Endteile der vorstehend genannten Rohre 2 auf einen Winkel von 180° aufzuweiten, und die kleineren Konuswinkelstifte, die in die Motorkühlwasserdurchlässe 11 an den Endteilen von ungefähr 80% der Rohre 2 preßeingeführt werden sollen, die im zentralen Teil des Kernaufbaus 4 angeordnet sind, um die Endteile der vorstehend genannten Rohre 2 auf einen Winkel im Bereich von 60° bis 80° aufzuweiten. Die großen Konuswinkelstifte und die kleinen Konuswinkelstifte, die dazu ausgelegt sind, die Endteile der Rohre 2 aufzuweiten, um die konusförmig erweiterten Außenumfänge der Rohre 2 herzustellen, passen mit den jeweiligen Preßpaßlöchern 12 zusammen und weisen Spitzenführungsteile auf, welche in die Motorkühlwasserdurchlässe 11 eingeführt werden sollen, um zu verhindern, daß die Motorkühlwasserdurchlässe 11 während des Aufweitungsprozesses verengt werden, und Aufweitungsteile zum Aufweiten der Endteile der Rohre 2 auf zwei Seiten zu. Zwischen den großen Konuswinkelstiften und den kleinen Konuswinkelstiften sind Abstandhalter so angeordnet, daß die Zwischenräume dazwischen mit den Intervallen zwischen den Rohren 2 übereinstimmen.

Außerdem ist die Rohrendaufweitungsvorrichtung mit einem oberen Tragteil an der Oberseite ausgerüstet, um die großen Konuserweiterungsstifte und die kleinen Konuserweiterungsstifte zu tragen, und einem unteren Tragteil an der Unterseite zum Tragen der größeren Konuserweiterungsstifte und der kleinen Konuserweiterungsstifte. Wenigstens entweder das obere Tragteil oder das untere Tragteil ist so bereitgestellt, daß es durch eine Antriebseinrichtung in Auf/Abwärtsrichtung angetrieben wird. Zwischen den großen und kleinen Konuserweiterungsstiften an der Oberseite und denjenigen an der Unterseite ist der Hauptgehäuseteil 1a angeordnet, der im ersten Prozeß zusammengebaut wurde. Daraufhin wird entweder das obere Tragteil oder das untere Tragteil um einen vorbestimmten Hubantriebsbetrag angetrieben und daraufhin einer vorbestimmten Lasthöhe unterworfen. Durch diesen Prozeß werden die Aufweitungsteile 2a an den Endteilen von ungefähr 10% der Rohre 2 gebildet, die in der Nähe von jeder Seite des Kernaufbaus 4 angeordnet sind, und die kleinen Aufweitungsteile 2b werden an den Endteilen von ungefähr 80% der Rohre 2 gebildet, die im zentralen Teil des Kernaufbaus 4 angeordnet sind.

Die Rohrendaufweitungsvorrichtung ist vorliegend mit einer Klammer zum Tragen des Kernaufbaus 4 von beiden Seiten des Paares von Platten 9 aus während des Aufweitungsprozesses ausgerüstet. Diese Klammer wird an beiden Seiten des Kernaufbaus 4 angelegt, um die Rohre 2, die in der Nähe von jeder Seite des Kernaufbaus 4 angeordnet sind, und das Paar von Seitenplatten 9 vor einer Verformung zu schützen.

Bei dieser Ausführungsform werden die großen Aufweitungsteile 2a und die kleinen Aufweitungsteile 2b an den Endteilen sämtlicher Rohre 2 in dem zweiten Prozeß gebildet. Diese Anordnung verhindert, daß die Verteilerkopfplatten 5 an beiden

Seiten sich auswärts bewegen. Außerdem sind zwischen den Verteilerkopfplatten 5 an beiden Seiten das Paar von Seitenplatten 9 in Kontakt mit den vorstehend genannten Verteilerkopfplatten 5 angeordnet. Diese Anordnung kann verhindern, daß die Verteilerkopfplatten 5 an beiden Seiten sich einwärts bewegen. Das heißt, selbst dann, wenn von außen an den Hauptgehäuseteil 1a bestimmte Lasten angelegt werden, kann der Zusammenbauzustand, der im ersten Prozeß erzielt wurde, beibehalten werden.

Lediglich eine der Verteilerkopfplatten 5 ist durch Kohlenstoff-Einspanneinrichtungen getragen, wie diejenigen, die in bezug auf Fig. 6 erläutert sind (siehe die beschriebenen Einspanneinrichtungen 106), und der Kernaufbau 4 usw. sind von der Verteilerkopfplatte 5 abhängend durch die Einspanneinrichtungen getragen. Der zusammengebaute Hauptgehäuseteil 1a, der in dem vorstehend genannten Zustand angeordnet ist, wird daraufhin in einem Ofen plaziert und auf eine Temperatur erwärmt, die hoch genug ist, um das Lötmaterial darauf zu schmelzen, um den Hauptgehäuseteil 1a integral zu verlöten (Lötprozeß). Da bei dieser Ausführungsform die Endteile der Rohre 2 konusförmig erweitert sind, kann die durch die Einspanneinrichtung getragene Verteilerkopfplatte 5 entweder die Verteilerkopfplatte 5 sein, die den Einlaßtank 7 bildet, oder die Verteilerkopfplatte 5, welche den Auslaßtank 8 bildet.

Wenn das Hauptgehäuseteil 1a in dem Ofen einer hohen Temperatur ausgesetzt wird, schmilzt die Lötmaterialplattierung auf jedem Bestandteil. Daraufhin verteilt sich das geschmolzene Lötmaterial zu dem Kontaktteil jedes Bestandteils und bildet einen Löt kern.

Wenn andererseits der Hauptkörperteil 1a in dem Ofen einer hohen Temperatur ausgesetzt wird, nimmt aufgrund der Verrin-

gerung der Härte der Rohre 2 die Kraft der Preßpaßlöcher 12 zum Halten der Rohre 2 auf eine Höhe derart ab, daß lediglich die Haltekraft der Preßpaßlöcher 12 der abwärtsgerichteten Kraft aufgrund des Eigengewichts der Kernaufnung 4 widerstehen kann. Da das obere Ende von ungefähr 10% der Rohre 2, die in der Nähe jeder Seite des Kernaufbaus 4 angeordnet sind, auf einen Winkel von ungefähr 180° konisch erweitert sind, wird der Konuserweiterungswinkel, selbst dann, wenn die Härte der Rohre 2 verringert ist, jedoch nicht durch das Eigengewicht des Kernaufbaus 4 verringert. Diese Anordnung kann die Rohre 2, die in der Nähe von jeder Seite des Kernaufbaus 4 angeordnet sind, vor einem Herunterrutschen von der oberen Verteilerkopfplatte 5 schützen. Infolge davon wird der Kontaktzustand der Kontaktteile 14 an den Endteilen der Seitenplatten 9, die auf beiden Seiten des Kernaufbaus 4 angeordnet sind, mit dem Paar von Verteilerkopfplatten 5 beibehalten, wodurch das Paar von Verteilerkopfplatten 5 und das Paar von Seitenplatten 9 exakt gelötet werden.

[Wirkung der Ausführungsform]

Ohne die Form der Bestandteile des Kühlers 1 mit den Verteilerkopfplatten 5 und den Seitenplatten 9 kompliziert zu machen, kann das Paar von Verteilerkopfplatten 5 und das Paar von Seitenplatten 9, wie vorstehend erläutert, exakt gelötet werden, und dadurch kann eine Verschlechterung der Festigkeit des Kühlers 1 durch Aufweiten der Endteile von ungefähr 10% der Rohre 2, die in der Nähe von jeder Seite des Kernaufbaus 4 angeordnet sind, auf einen Winkel von ungefähr 180° vollständig verhindert werden, der größer ist als der Konuserweiterungswinkel innerhalb eines Bereichs von ungefähr 60° bis 80° , der an die Endteile von ungefähr 80% der Rohre 2 angewendet wird, die im zentralen Teil des Kernaufbaus 4 angeordnet sind.

Da andererseits die Endteile von ungefähr 80% der Rohre 2, die im zentralen Teil des Kernaufbaus 4 angeordnet sind, auf einen Winkel im Bereich von ungefähr 60° bis 80° konisch erweitert sind, der kleiner ist als der Konuswinkel für die Rohre 2, die in der Nähe von jeder Seite der Seitenplatten 9 angeordnet sind, sind nur geringe Lasten erforderlich, um ungefähr 80% der Rohre 2 aufzuweiten, die im zentralen Teil des Kernaufbaus 4 angeordnet sind. Infolge davon kann das Einknicken der Rohre 2, die im zentralen Bereich des Kernaufbaus 4 angeordnet sind, oder die Verformung der Verteilerkopfplatten 5 verhindert werden.

Da lediglich die Endteile der Rohre 2 konusförmig erweitert und die Rohre 2 innerhalb der Preßpaßlöcher 12 nicht konusförmig erweitert sind, sind lediglich geringe Lasten erforderlich, um die Endteile der Rohre 2 aufzuweiten. Das heißt, wenn die Rohre 2 innerhalb der Preßpaßlöcher 12 konusförmig erweitert werden sollen, werden Störungen wie das Einknicken der Rohre 2 verursacht, wenn größere Lasten an die Rohre 2 angelegt werden sollen. Da bei dieser Ausführungsform jedoch jegliche Anlegung von großen Lasten an die Rohre 2 nicht erforderlich ist, wird keinerlei Einknicken der Rohre 2 verursacht.

Durch Aufweiten der Endteile der Rohre 2 kann jedes des Paares von Verteilerkopfplatten 5 durch die Kohlenstoff-Einspanneinrichtung getragen bzw. abgestützt werden. Diese Anordnung erleichtert die Handhabung des Hauptgehäuseteils 1a während der Herstellungsprozesse.

Durch Aufweiten der Endteile der Rohre 2 kann außerdem der im ersten Prozeß erzielte Zusammenbau selbst dann beibehalten werden, wenn bestimmte Lasten von der Außenseite an den

Hauptkörperteil 1a angelegt werden. Diese Anordnung erleichtert außerdem die Handhabung des Hauptkörperteils 1a während der Herstellungsprozesse.

Selbst dann, wenn der Hauptgehäuseteil 1a innerhalb eines Ofens einer hohen Temperatur ausgesetzt wird, kommt durch Aufweiten der Endteile der Rohre 2 die Verteilerkopfplatte 5, die auf der Unterseite angeordnet ist, ferner nicht von den Rohren 2 frei. Diese Anordnung kann das Auftreten eines fehlerhaften Lötens an der Unterseite verhindern.

Fig. 4 zeigt eine Querschnittsansicht des Hauptteils des Kühlers 1 gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Bei der vorstehend abgehandelten ersten Ausführungsform ist ein Fall dargestellt, bei dem der Konuserweiterungswinkel von ungefähr 10% der Rohre 2, die in der Nähe jeder Seite des Kernaufbaus 4 angeordnet sind, auf einen Winkel von ungefähr 180° eingestellt ist, wobei der Konuserweiterungswinkel der verbleibenden 80% der Rohre 2, die im zentralen Teil des Kernaufbaus 4 angeordnet sind, auf einen Winkel innerhalb eines Bereichs von ungefähr 60° bis ungefähr 80° eingestellt ist. Bei dieser Ausführungsform nehmen die Konuserweiterungswinkel der Endteile der Rohre 2 jedoch, wie in Fig. 4 gezeigt, bezüglich der Winkelgröße ab, wenn die Rohre ausgehend von den Seiten in der Nähe der Seitenplatten 9 auf das Zentrum der Kernanordnung 4 zu betrachtet werden. Das heißt, die Aufweitungsteile 2c der Rohre 2 in der Nähe jeder Seite der Seitenplatte 9 sind auf den größten Winkel von ungefähr 180° konusförmig erweitert, während die Aufweitungsteile 2d der Rohre 2 im zentralen Teil des Kernaufbaus 4 auf den kleinsten Winkel von ungefähr 0° konusförmig erweitert sind.

Bei den vorstehend genannten Ausführungsformen wurde der Fall betrachtet, bei dem die Endteile der Röhre 2, die in der Nähe jeder Seite des Kernaufbaus 4 angeordnet sind, auf größere Winkel konusförmig erweitert sind, während die Endteile der Rohre 2, die im zentralen Teil des Kernaufbaus 4 angeordnet sind, auf kleinere Winkel konusförmig erweitert sind. Es ist jedoch akzeptabel, daß mehr als drei unterschiedliche Konus-erweiterungswinkel vorgesehen sind.

Außerdem wurde ein Fall dargestellt, bei dem die Preßpaßlöcher 12 der Verteilerkopfplatten 5 so geformt sind, daß sie durch einen Abgratungsprozeß in den Verteilerkopftank 6 münden; es ist jedoch auch akzeptabel, daß die Preßpaßlöcher 12 einfach als Durchgangslöcher gebildet sind.

Obwohl ein Fall dargestellt wurde, bei dem beide Endteile jedes Rohres 2 konusförmig erweitert sind, ist es akzeptabel, daß lediglich einer der Endteile der Rohre 2 konusförmig erweitert ist, um mit der oberen Verteilerkopfplatte 5 verlötet zu werden.

Obwohl der Kühler 1 als Beispiel für einen Wärmetauscher verwendet bzw. erläutert wurde, kann stattdessen jeder Typ von Wärmetauscher verwendet werden, bei dem Rohre und gewellte Kühlrippen alternativ gestapelt sind, wie beispielsweise ein Wärmetauscher mit Heizkernen oder Kühlzyklen.

Obwohl vorstehend der Fall erläutert wurde, bei dem die Verteilerkopftanks 6 aus einem Harz hergestellt sind, ist es darüber hinaus akzeptabel, daß die Verteilertankköpfe 6 aus einem Metall hergestellt und integral mit anderen Bestandteilen, einschließlich den Kernen 3 verlötet sind.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauschers (1), der Kerne (4) aufweist, die mit mehreren Rohren (2) gestapelt sind, die erste und zweite Endteile aufweisen, die mit Motorkühlwasserdurchlässen (11) darin versehen sind, und mehrere gewellte Kühlrippen (3), ein Paar von Verteilerkopfplatten (5), einschließlich mehreren Preßpaßlöchern (12), und ein Paar von Seitenplatten (9), die an Seiten der Kerne (4) zum Verbinden des Paares von Verteilerkopfplatten (5) miteinander in einem Zustand angeordnet sind, in welchem die Kerne (4) dazwischen gehalten sind, wobei das Verfahren die Schritte aufweist:
Preßeinsetzen der ersten und zweiten Endteile der mehreren Rohre (2) in die Preßpaßlöcher (12) in dem Paar von Verteilerkopfplatten (5),
Kontaktieren der Endteile des Paares von Seitenplatten (9) mit dem Paar von Verteilerkopfplatten (5), um dadurch einen Wärmetauschaufbau zu bilden,
konusförmiges Erweitern von wenigstens einem der ersten und zweiten Endteile, die auf der Oberseite während des Lötens angeordnet werden sollen, und Löten des Aufbaus innerhalb eines Ofens, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohre (2), die in einem zentralen Teil der Verteilerkopfplatte (5) angeordnet sind, mit einem kleineren Grad konusförmig erweitert sind, als diejenigen Rohre, die benachbart zu den Seitenplatten (9) angeordnet sind, wodurch verhindert wird, daß die Rohre (2) während des Lötens herunterrutschen.
2. Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauschers nach Anspruch 1, wobei der Schritt des konusförmigen Erweiterns, das konusförmige Erweitern der mehreren Rohre (2) derart

aufweist, daß die Rohre (2), die in einem zentralen Teil angeordnet sind, einen Konuserweiterungswinkel aufweisen, der allmählich zunimmt, wenn die Rohre (2) näher zu den Seitenplatten (9) zu liegen kommen.

3. Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauschers gemäß Anspruch 1 und 2, außerdem aufweisend den Schritt zwischen dem Schritt des konusförmigen Erweiterns und dem Lötsschritt, eine der Verteilerkopfplatten (5) mit Einspanneinrichtungen derart zu tragen, daß sie von einer Anordnung herunterhängen, die aus den Kernen (4), dem Paar von Verteilerkopfplatten (5) und den Seitenplatten (9) bestehen.
4. Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauschers gemäß Anspruch 1, wobei der Schritt des konusförmigen Erweiterns, das konusförmige Erweitern der Rohre (2) in dem zentralen Teil derart aufweist, daß ein mittlerer Wert der Konuserweiterungswinkel der Endteile kleiner als ein mittlerer Wert der Konuserweiterungswinkel an den Endteilen der Rohre (2) ist, die benachbart zu den Seitenplatten (9) angeordnet sind.
5. Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauschers nach Anspruch 1, außerdem aufweisend den Schritt, wenigstens ein Rohr benachbart zu den Seitenplatten (9) vor dem Preßeinsetschritt bereitzustellen, wobei das wenigstens eine Rohr einen Konuserweiterungswinkel aufweist, der größer ist als ein mittlerer Wert der Konuserweiterungswinkel der Rohre (2), die im zentralen Teil angeordnet sind.
6. Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauschers nach Anspruch 1, außerdem aufweisen den Schritt, wenigstens ein Rohr in dem zentralen Teil vor dem Preßeinsetschritt be-

reitzustellen, wobei das wenigstens eine Rohr (2) einen Konuserweiterungswinkel aufweist, der kleiner ist als ein mittlerer Wert der Konuserweiterungswinkel der Rohre (2), die benachbart zu den Seitenplatten (9) angeordnet sind.

7. Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauschers nach Anspruch 1, wobei der Schritt des konusförmigen Erweiterns das konusförmige Erweitern der Endteile der Rohre (2) aufweist, die im zentralen Teil derart angeordnet sind, daß sie einen Konuserweiterungswinkel zwischen etwa 60° bis etwa 80° aufweisen.
8. Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauschers nach Anspruch 7, wobei der Schritt des konusförmigen Erweiterns das konusförmige Erweitern der Endteile der Rohre (2) aufweist, die benachbart zu den Seitenplatten (9) angeordnet sind, so daß sie einen Konuserweiterungswinkel von ungefähr 180° aufweisen.
9. Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauschers nach Anspruch 1, außerdem aufweisend den Schritt, Seitenplattenbereiche benachbart zu den Seitenplatten (9) so bereitzustellen, daß jeder Seitenplattenbereich ungefähr 10% sämtlicher Rohre (2) enthält, und die im zentralen Teil angeordneten Rohre (2) ungefähr 80% sämtlicher Rohre (2) ausmachen.
10. Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauschers nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Rohre (2), die in einer ersten Gruppe angeordnet sind, einen größeren Konuserweiterungswinkel als Rohre (2) aufweisen, die in einer zweiten Gruppe angeordnet sind, wobei die ersten und zweiten Gruppen die Rohre daran hindern, von der Verteilerkopfplatte (5) herunterzurutschen.

11. Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauschers nach Anspruch 10, aufweisend den Schritt, Konusverweiterungsstifte in die Rohre (2) einzuführen, die während des Lötens an einer Oberseite angeordnet werden sollen.
12. Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauschers nach Anspruch 10, wobei der Schritt des konusförmigen Erweiterns ein Bereitstellen der ersten Gruppe in der Nähe von jeder Seitenplatte (9) und der zweiten Gruppe im zentralen Bereich des Aufbaus der Kerne (4) aufweist.
13. Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauschers nach Anspruch 10, wobei der Schritt zum konusförmigen Erweitern das konusförmige Erweitern der Endteile der ersten Gruppe derart aufweist, daß die Rohre (2) einen Konusverweiterungswinkel von ungefähr 180° aufweisen, und der Endteile der zweiten Gruppe derart, daß die Rohre (2) Konusverweiterungswinkel in einem Bereich von etwa 60° bis etwa 80° aufweisen.
14. Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauschers nach Anspruch 12, wobei der Schritt des konusförmigen Erweiterns das Bereitstellen von Rohren (2) in der ersten Gruppe aufweist, die ungefähr 20% sämtlicher Rohre ausmachen, und das Bereitstellen von Rohren (2) in der zweiten Gruppe, die ungefähr 80% sämtlicher Rohre (2) ausmachen.
15. Wärmetauscher mit:
Mehreren Kernen (4), die mit mehreren Rohren (2) gestapelt sind, wobei jedes Rohr erste und zweite Endteile aufweist, die mit Motorkühlwasserdurchlässen (11) darin und mehreren gewellten Kühlrippen (3) versehen sind, die zick-zack-artig gebildet sind.

einem Paar von Verteilerkopfplatten (5), einschließlich mehreren Preßpaßlöchern (12), in welche die Endteile der mehreren Rohre (2) preßeingesetzt und verbunden sind, und einem Paar von Seitenplatten (9), die an Seiten der mehreren Kerne (4) zum Verbinden des Paares von Verteilerkopfplatten (5) miteinander in dem Zustand angeordnet sind, demnach die Kerne (4) dazwischen gehalten sind, wobei wenigstens ein Ende der mehreren Rohre (2), welche in die Preßpaßlöcher (12) in den Verteilerkopfplatten (5) preßeingesetzt werden sollen, konusförmig erweitert ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Konuswinkel der Endteile der Rohre (2), die benachbart zu den Seitenplatten (9) angeordnet sind, größer eingestellt sind als der Konuswinkel der Endteile der Rohre (2), die in einem zentralen Teil des Aufbaus der Kerne (4) angeordnet sind.

FIG. 1

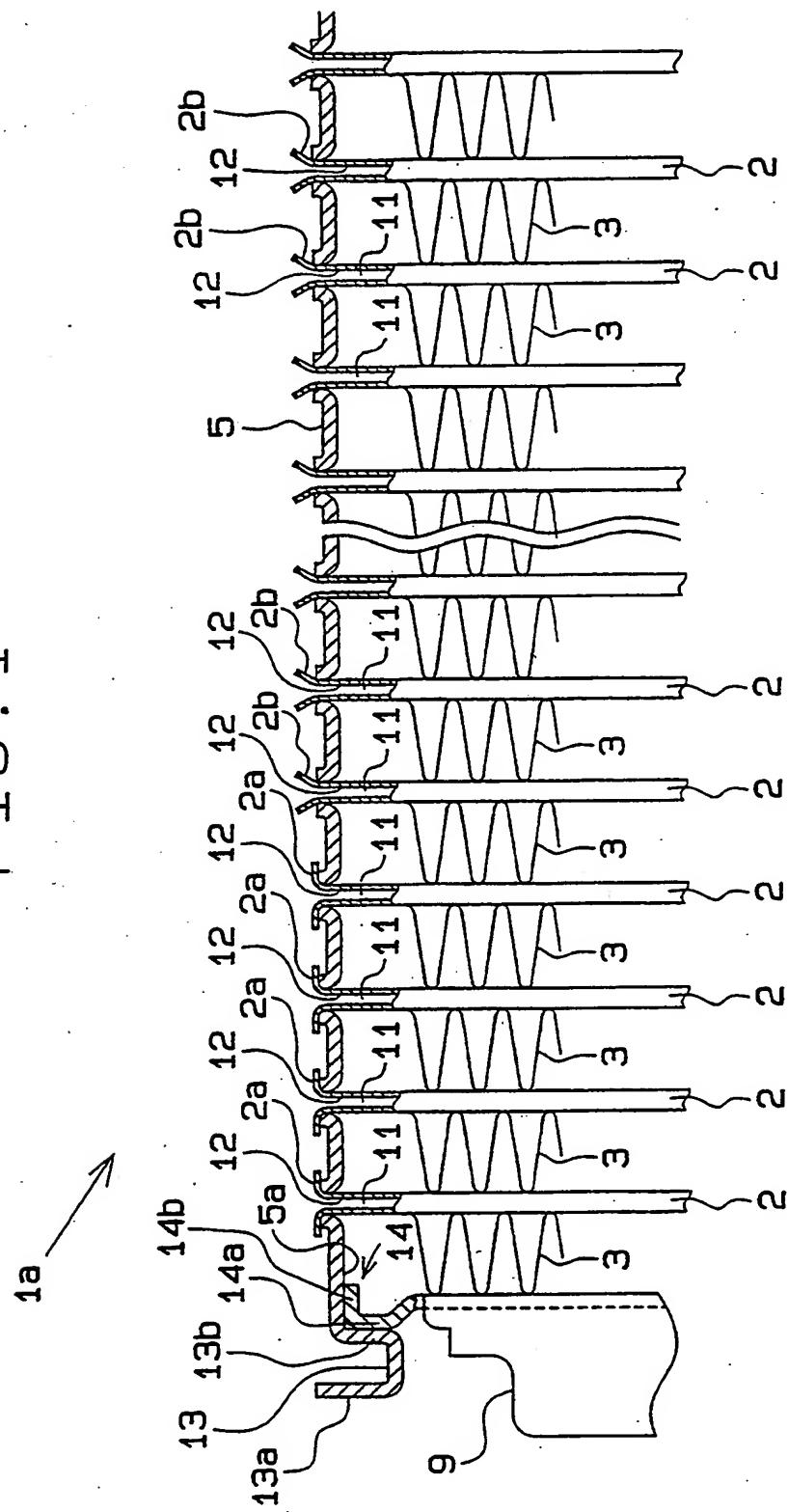


FIG. 2

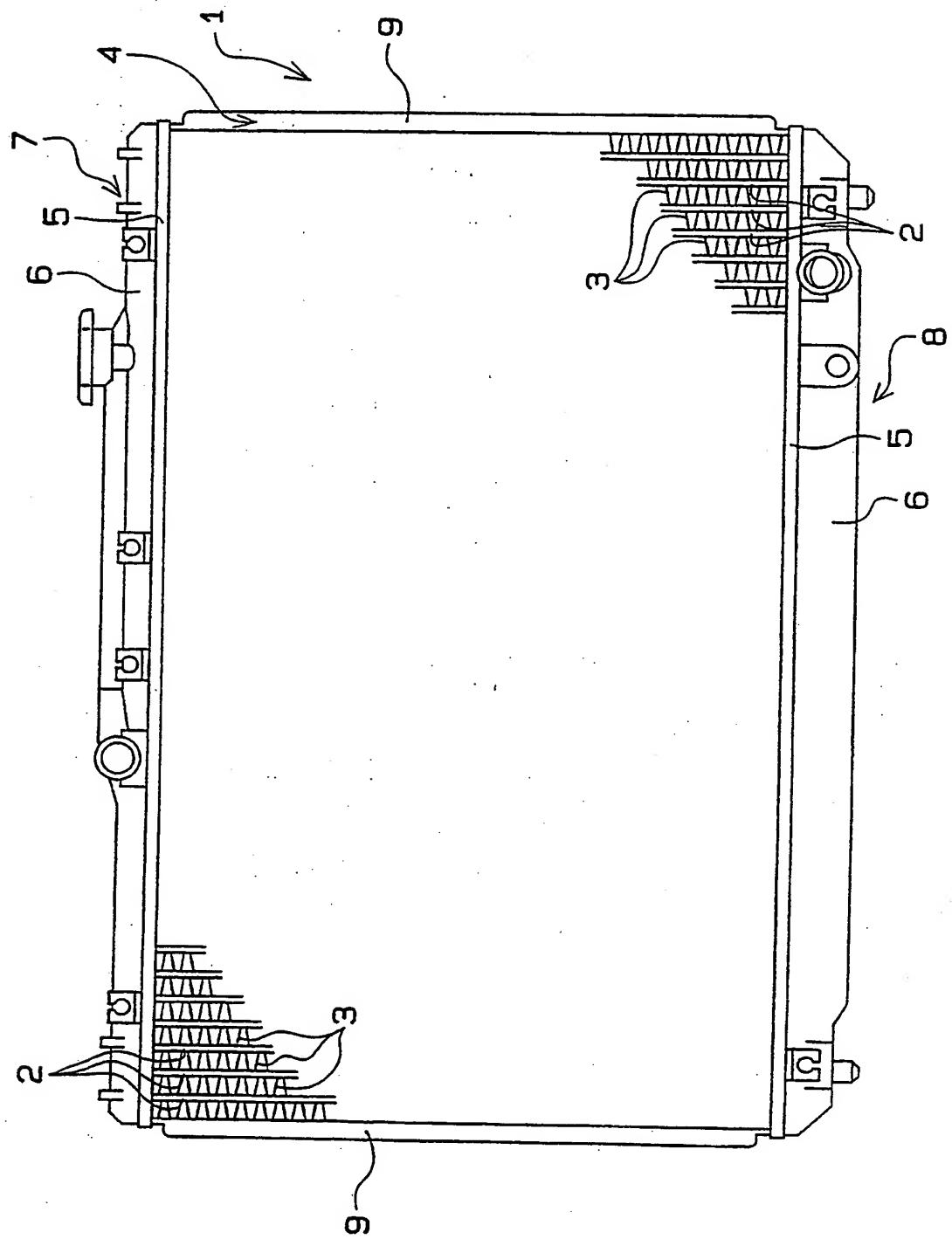


FIG. 3

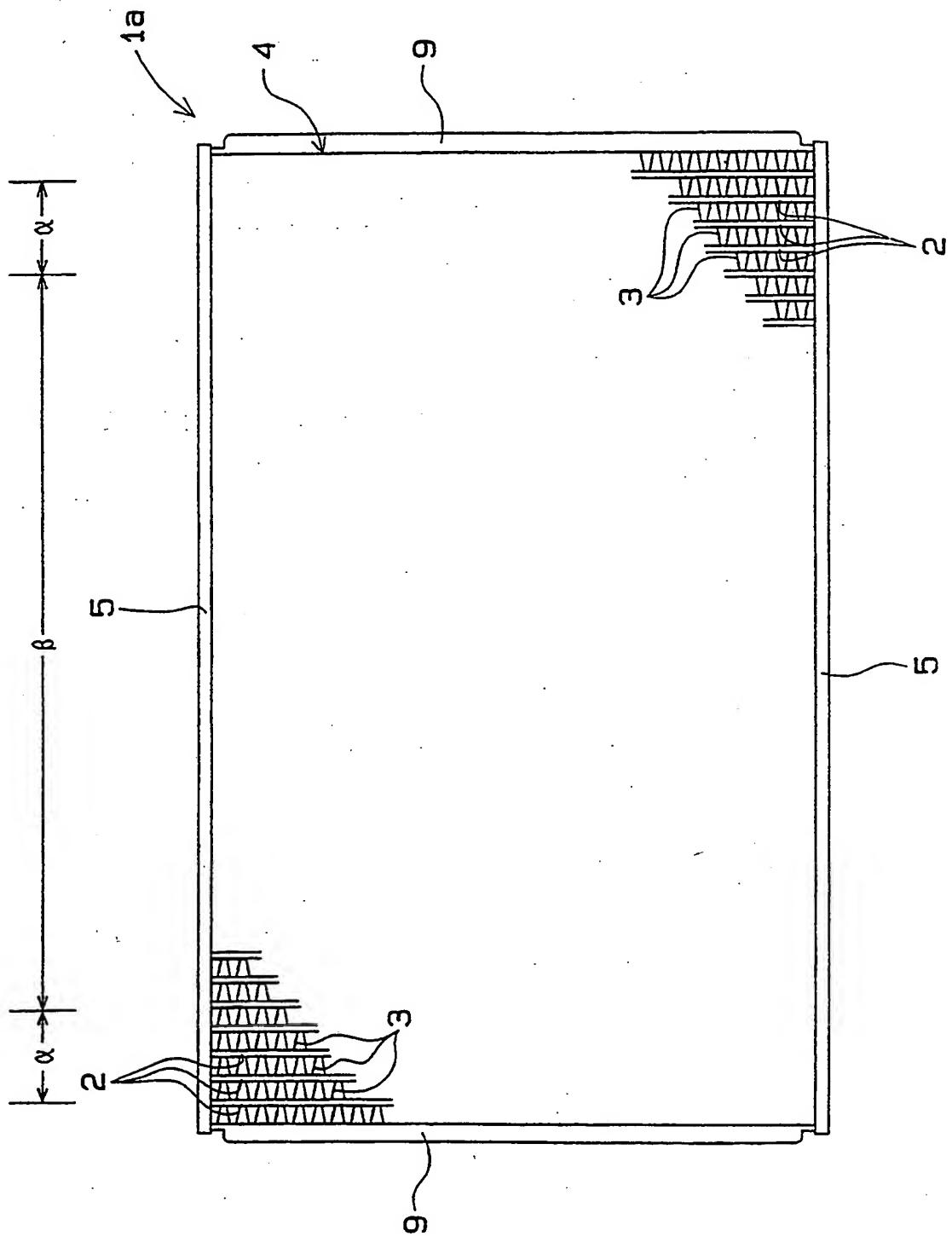


FIG. 4

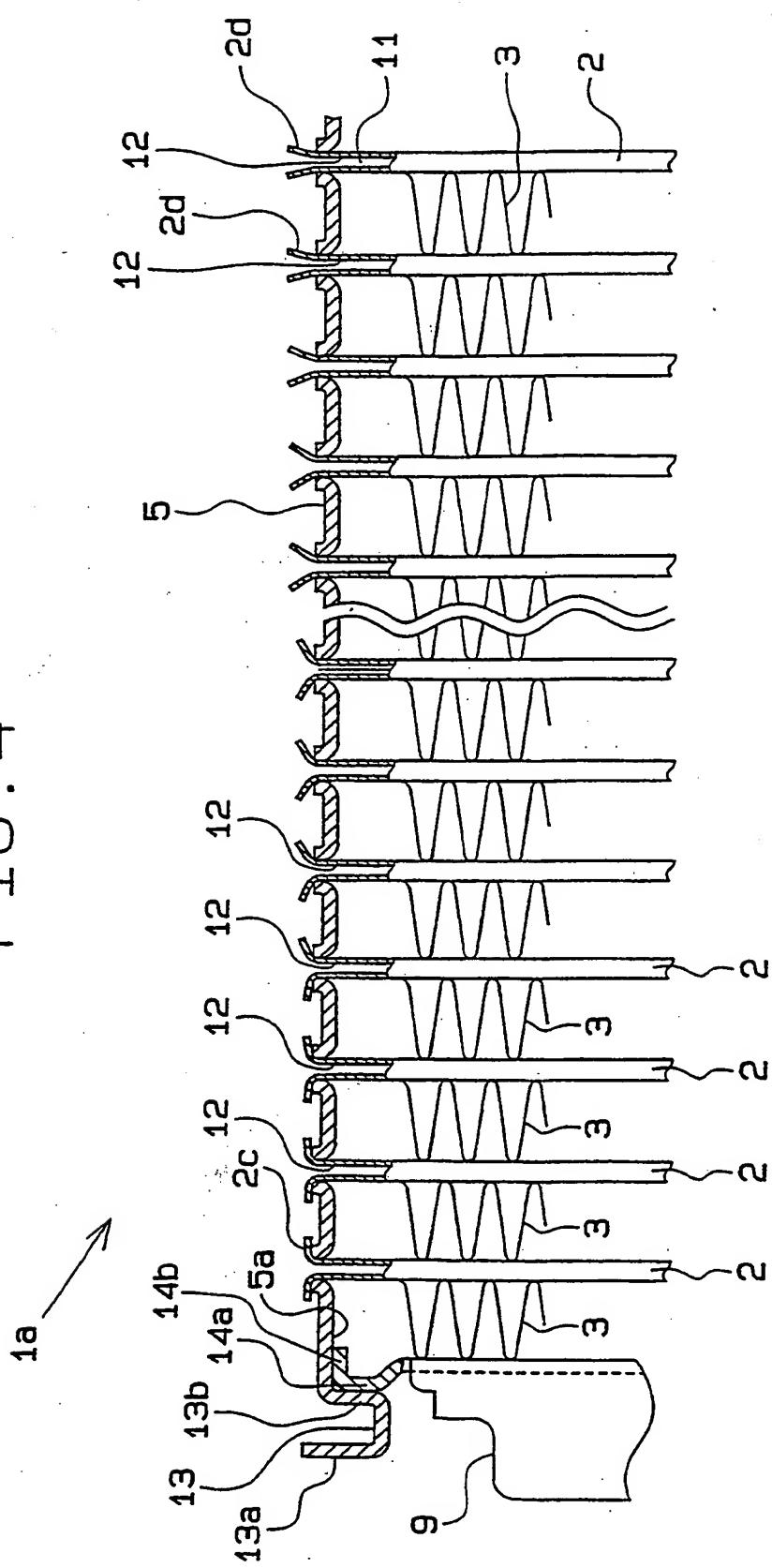


FIG. 5

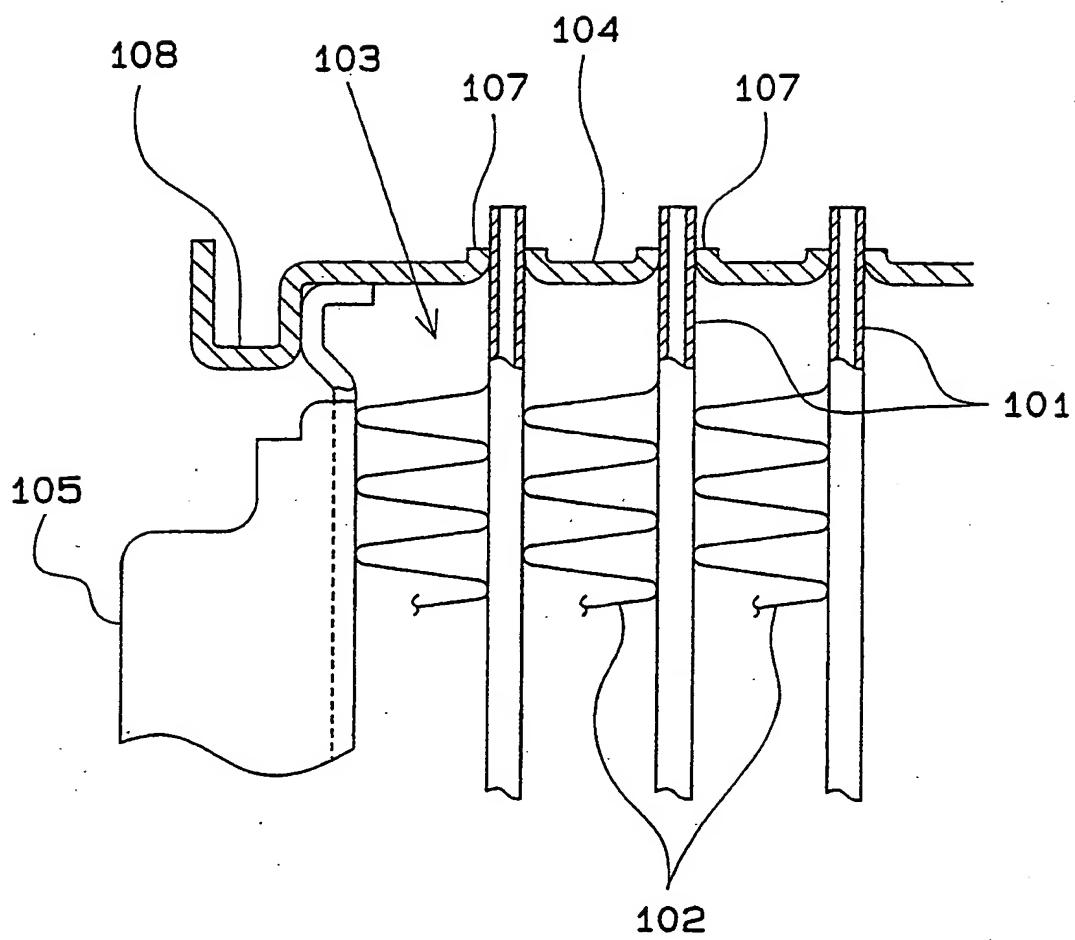


FIG. 6

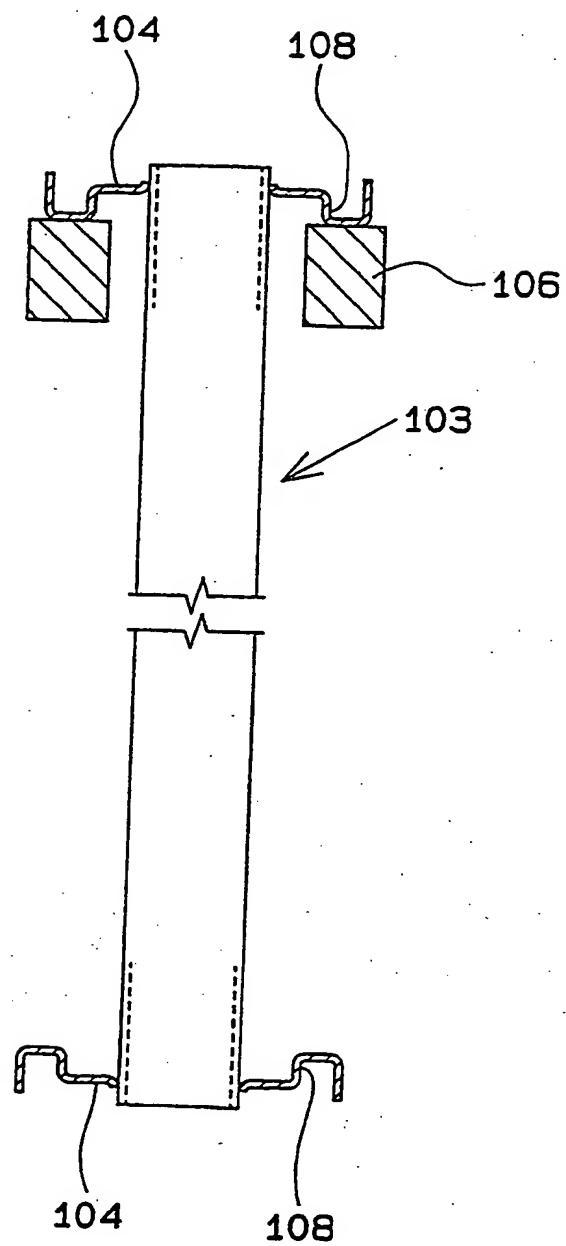


FIG. 7

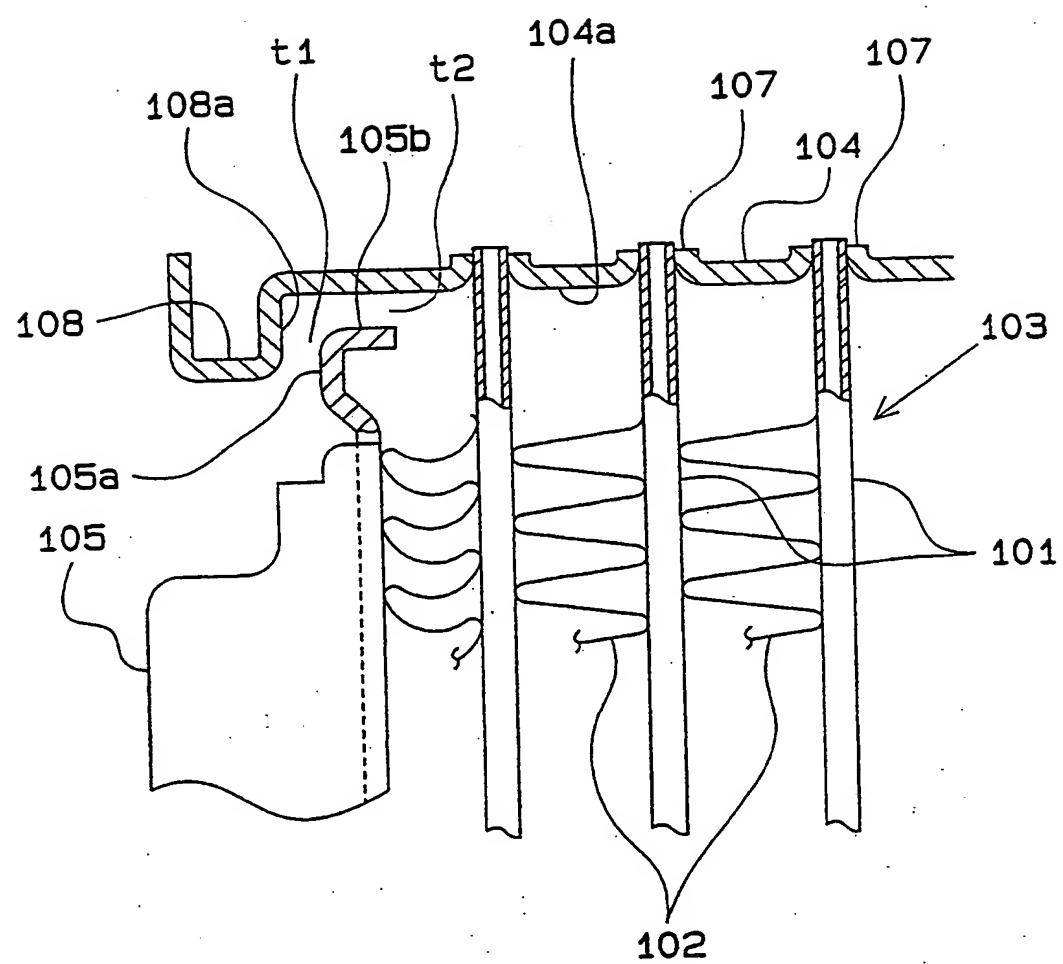
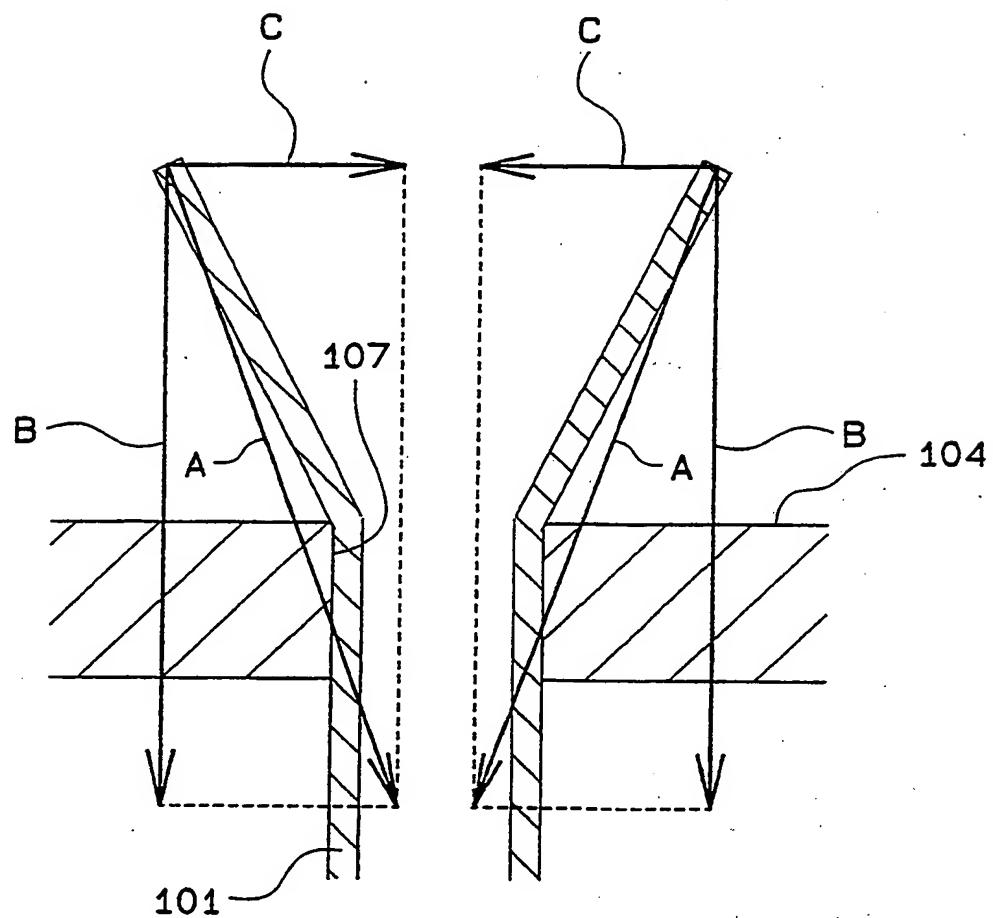


FIG. 8



This Page Blank (uspto)